

# 測量実習の充実化への取り組み

谷村 嘉恵\* 伊藤 成樹\*\* 小林 雅人\*\* 宮本 正雄\*\*\*

(2019 年 1 月 7 日受理)

## 1. はじめに

群馬工業高等専門学校環境都市工学科では、1 年～5 年のカリキュラムに「環境都市工学実験実習」という科目を設けている。各学年の「環境都市工学実験実習」の中には、測量に関する実習が組み込まれている。従来から、1 年次では主にアリダードを用いた平板測量、レベルを用いた水準測量、2 年次ではセオドライトを用いたトラバース測量、鋼巻尺を用いた距離測量を行ってきた。これらの古典的な器械及び方法を用いた測量は、測量の原理を理解するという目的には適しているが、現在の建設現場での実務にはほとんど使用されていないものもある。特に、平板測量は公共測量での使用が不可となり、測量士補・測量士の国家資格試験にも出題されなくなった。代わって、リモートセンシング、GPS (GNSS)、GIS、画像処理等の新しい測量技術が出題されるようになってきている。

本校の現状では、最新の器械を整備した測量方法に移行して実習を行うことは、予算及び時間の面で困難である。また、測量実習担当者が流動的なため最新の測量技術の修得も難しい状況にある。このような事情を踏まえて、本校の測量実習では、平成 23 年度から測量会社に勤務する実務者を測量実習担当の非常勤講師とし、複数の最新の測量器械を使った集中型測量実習を 2 年次の測量実習に取り入れてきた。今年は 8 年目になり、実習の実施時期及び実習内容はほぼ定常化した。ここでは、前述した集中型測量実習の概要を紹介する。

## 2. 集中型測量実習

### 2. 1 実習の目的

現在の測量実務で使われている最新測量器械を用いた実習を通じて、新しい測量方法を習得すると同時に、実習内容の充実化を図る。

### 2. 2 実習の課題

課題 1 : TS (自動追尾) を用いた平板測量 (電子平板)

課題 2 : GNSS 機によるネットワーク型 RTK-GPS 測量 (VRS 観測)

課題 3 : 3D レーザースキャナーによる点群データ作成 (3D レーザー)

課題 4 : デジタルカメラを用いた 3 次元解析及びマルチコプター (ドローン) による撮影 (写真測量)

## 2. 3 主な器械

課題 1 : TS (トータルステーション)、360℃ミラー、ペンコンピュータ

課題 2 : GNSS 機 (GPS 受信機、受信機コントローラー、通信装置)

課題 3 : 3D レーザースキャナー、コンピュータ (データ処理ソフト搭載)

課題 4 : デジタルカメラ、コンピュータ (3 次元解析ソフト搭載)、マルチコプター (ドローン)

## 2. 4 実習内容

実施日は、5 月の「測量学」と「環境都市工学実験実習」がある日に選定し、4 時間通して測量実習を行う。学生を 8 班に編成し、表 1 に示したタイムスケジュールに従

表1 集中型測量実習 実施タイムスケジュール

	課題1 電子平板 (大駐車場)	課題2 VRS観測 (大駐車場)	課題3 3Dレーザー (実習工房)	課題4 写真測量 (実習工房)
40分 (12:50～13:30)	1班, 2班	3班, 4班	5班, 6班	7班, 8班
40分 (13:40～14:20)	3班, 4班	1班, 2班	7班, 8班	5班, 6班
40分 (14:30～15:10)	5班, 6班	7班, 8班	1班, 2班	3班, 4班
40分 (15:20～16:00)	7班, 8班	5班, 6班	3班, 4班	1班, 2班

\*群馬工業高等専門学校環境都市工学科

\*\*関東測量株式会社

\*\*\*群馬工業高等専門学校教育研究支援センター

って交代しながら各課題の実習を進める。器機の搬入、準備は、実習日の当日に、測量会社の講師が行う。実習は、課題別に分かれて、担当の講師から操作方法等の説明を受けた後、学生自身が観測を行う。

#### 2. 4. 1 課題1: TS (自動追尾) を用いた平板測量 (電子平板)

従来、細部測量は平板測量で行っていた。平板測量とは、平板、三脚、アリダード、求心器、巻尺、ポール及びケント紙等比較的安価で簡単な構造の測量用具を用いて、直接に地形や地物の形状を平板の図紙上に図化する測量方法である。図1に平板測量の概要図を示す。図1に示すように、三脚上に平板を水平に備え付け、アリダードと巻尺を用いて、対象物の方向や距離を直接平板上の紙面に作図するものである。1年次の実習では、この平板測量を用いて本校構内の道路や建物の細部測量を行う。細部図面を完成するまでに外業と内業を含めて数週間を要する。

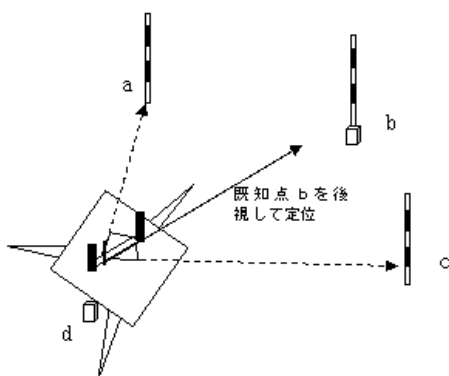


図1 平板測量の概要図

現在実務では、電子平板を用いた細部測量が行われている。電子平板とは、トータルステーションで測定した新点に関する距離・角度のデータを無線通信によりペンコンピュータに表示し、その場でペン操作によって結線編集・地形図化する測量方法である。従来の平板測量より、現場での観測及び測量成果の図化が短時間で容易にできる。図2に、電子平板測量の概要図を示す。図3は、電子平板のデモンストレーションの様子である。

#### 2. 4. 2 課題2: GNSS機によるネットワーク型RTK-GPS測量 (VRS観測)

従来、基準点測量は三角測量が用いられていた。図4に、三角測量の概要図を示す。図4に示すように、三角測量では、平坦な場所にある既知の二つの①点間の距離を測定し、新点②を加えて三角形①②①を作り、三角形の

内角を測る。得られた一辺と内角のデータから三角形の大きさと形を計算で求める。さらに新点③を増やして三角形①③②を作り、三角形の内角を測る。こうして三角形の網を作り、各々の三角形の頂点の座標を計算し位置を決めていく。現場での観測はもちろんのこと、三角網の調整及び座標計算などのデータ処理でも多大な時間と

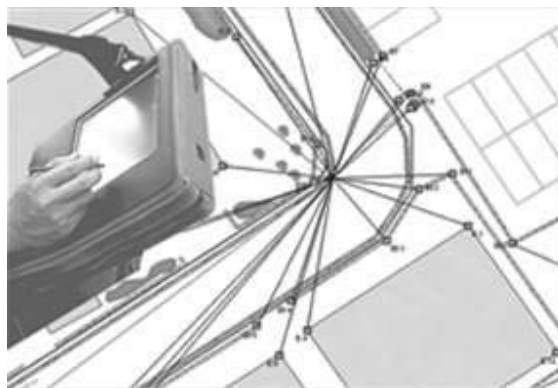


図2 電子平板測量の概要図



図3 電子平板のデモンストレーション

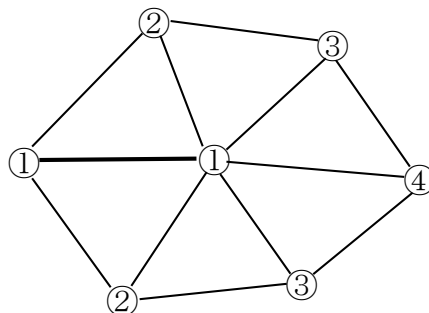


図4 三角測量による基準点測量の概要図

労力が必要である。

そこで近年は、基準点測量に、GNSS機を用いたネットワーク型RTK-GPS測量が用いられている。図5に、GNSS機を用いたネットワーク型RTK-GPS測量の概要図を示す。図5に示すように、GPS受信機が複数の測位衛星から時刻情報付きの信号を受信し、地上での現在位置を現地で迅速に求められる。図6は、VRS観測のデモンストレーションの様子である。

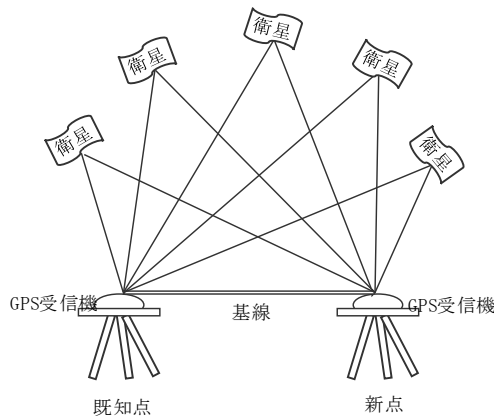


図5 VRS観測の概要図



図6 VRS観測のデモンストレーション

#### 2.4.3 課題3：3Dレーザースキャナーによる点群データ作成（3Dレーザー）

3Dレーザースキャナーによる観測は、レーザー光を対象物に照射し、反射光が戻ってくる時間とレーザーの照射角度から測定対象物の3次元座標を取得するものであり、対象物が災害や事故の現場など、近づくことが困難な場合の情報の取得には有効な方法である。現場で取得した点群データ（X、Y、Z座標、デジタルカメラ画像によるRGBの色の要素と照度）を通信機器によってコ

ンピュータに送信し、様々なグラフィカル表示ができ、縦断・横断の解析データを図面化することができる。図7は観測の原理・方法・実測例などを説明する様子である。図8は、3Dレーザースキャナーを用いたデモンストレーションの様子である。

図7に示すように、実習では、3Dレーザースキャナーによる観測の原理、方法および実測例の説明を受けてから、屋外に据え付けた3Dレーザースキャナーを操作し、デモンストレーションにより取得したデータを室内のコンピュータに送り、データ処理を行う。

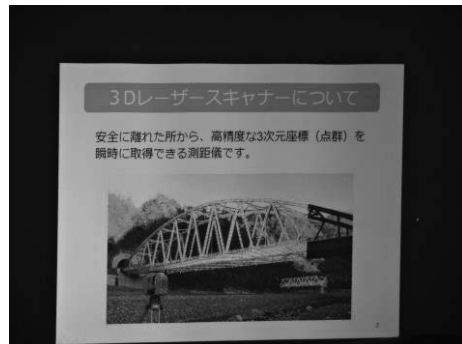


図7 3Dレーザースキャナーによる観測の説明



図8 3Dレーザースキャナーを用いたデモンストレーション

#### 2. 4. 4 課題4: デジタルカメラを用いた3次元解析及びマルチコプター(ドローン)による撮影(写真測量)

本課題では、デジタルカメラを用いた3次元解析について学習する。デジタルカメラを装着したドローンを用い、上空から目的物の写真を撮影する。この写真データを専用のソフトにより3次元図化し解析を行う。図9は



図9 画像処理方法の説明



図10 ドローンの操作方法の説明

画像処理方法を説明している様子であり、図10はドローンの操作方法を説明している様子である。

図11はドローンを操作して撮影している様子である。

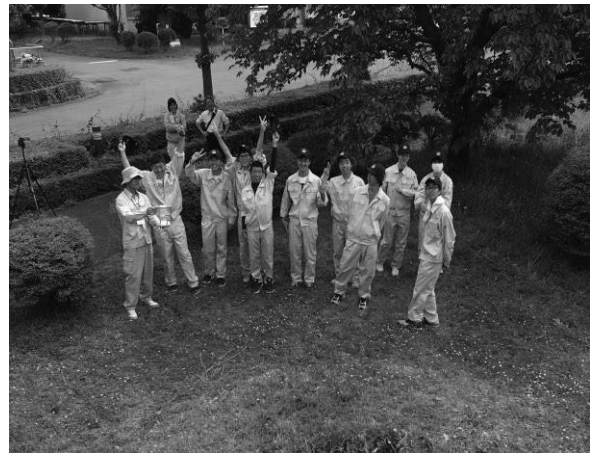


図11 ドローンによる撮影のデモンストレーション

### 3. まとめ

本校での測量実習は、設備や機材の制約により、古典的な内容しか行えないのが長年の課題であった。そこで、最新の器機や技術に触れる目的で、現場で活躍されている測量会社に協力してもらい、集中型の測量実習を行った。この集中型測量実習を通じて、従来の測量方法について原理原則を学んだ学生に測量実務で使用されている最新の測量技術についても触れてもらうことができた。

### 謝辞

平成23年度から8年間にわたり、この集中型測量実習に講師の派遣及び器機の提供をして頂いている関東測量株式会社の皆様に厚く御礼を申し上げます

## Efforts to Improve Surveying Practice

Yoshie TANIMURA\* Shigeki ITOU\*\* Masahito KOBAYASHI\*\* Masao MIYAMOTO\*\*\*

In our college surveying practice, it has been a problem for many years that only the classical contents can be performed due to restrictions on facilities and equipment. In order to provide students an opportunity to touch the latest equipment and technology, we got cooperation from surveying companies actively working at survey work and conducted intensive surveying practice using the latest equipment of companies. Through the intensive surveying practice, students learning the principles of conventional surveying methods can also experience the latest surveying techniques used for survey site.